

**МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВНУТРІШНІХ  
СПРАВ  
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ ЛЬОТНИЙ КОЛЕДЖ**

**Циклова комісія технічного обслуговування авіаційної техніки**

**ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ**

навчальної дисципліни «Основи екології»  
обов'язкових компонент  
освітньо-професійної програми першого (бакалавра) рівня вищої освіти

**Аеронавігація**

**за темою № 3 - Еколого-економічні проблеми використання природних  
ресурсів. 3.2. Забруднення гідросфери, літосфери та ґрунтів**

**Харків 2021**

**ЗАТВЕРДЖЕНО**

Науково-методичною радою  
Харківського національного  
університету внутрішніх справ  
Протокол від 23.09.2021 № 8

**СХВАЛЕНО**

Методичною радою  
Кременчуцького льотного  
коледжу Харківського національного  
університету внутрішніх справ  
Протокол від 22.09.2021 № 2

**ПОГОДЖЕНО**

Секцією науково-методичної ради  
ХНУВС з технічних дисциплін  
Протокол від 22.09.2021 № 8

Розглянуто на засіданні циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки протокол від 30.08.2021 № 1

**Розробник:**

1. викладач циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки, спеціаліст вищої категорії, викладач-методист Дерябіна І.О.

**Рецензенти:**

1. завідувач кафедри охорони праці, цивільної та промислової безпеки Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського, д.т.н., доцент Сукач С.В.

2. викладач циклової комісії аеронавігації Кременчуцького льотного коледжу Харківського національного університету внутрішніх справ, к.т.н., с.н.с, викладач-методист Тягній В.Г.

### **План лекції:**

1. Забруднення гідросфери.
2. Забруднення літосфери та ґрунтів.

### **Рекомендована література:**

#### **Основна**

1. Заверуха Н.М., Серебряков В.В., Скиба Ю.А. Основи екології: Навчальний посібник. – Київ: Каравела, 2006. – 368 с.

### **Текст лекції**

#### **1. Забруднення гідросфери**

Екологічні проблеми використання водних ресурсів. Існування біосфери і людини зокрема завжди ґрунтувалося на використанні води. Людство постійно збільшувало водоспоживання, піддаючи гідросферу великому різноманіттю впливів. Передусім це стосується таких небезпечних впливів, як забруднення і виснаження поверхневих і підземних прісних вод. На будь-яку водойму впливають умови формування поверхневого або підземного водного стоку, різноманітні природні явища, транспорт, промислове і комунальне будівництво, господарська та побутова діяльність людини. Наслідком цих впливів є внесення у водне середовище нових, невластивих йому забруднювачів, що погіршують якість води.

Світові проблеми прісної води. Вода і життя — поняття нероздільні. На Землі всього 2% гідросфери припадає на прісні води, проте вони постійно відновлюються. Прісні водні ресурси існують завдяки кругообігу води. Унаслідок випаровування утворюється гігантський об'єм води, що становить 525 тис. км<sup>3</sup> у рік. Щороку із Світового океану і суходолу під дією сонця випаровується шар води товщиною приблизно 1250 км. Частина води знову потрапляє з опадами в океан, а інша частина переноситься вітрами на суходіл і живить ріки та озера, льодовики й підземні води.

Запаси прісної води потенційно великі. Однак у будь-якому районі світу вони можуть виснажуватися через нераціональне водокористування або забруднення. Кількість таких територій зростає, охоплюючи цілі географічні райони. Потреба у воді не задовольняється для 20% міського і 75% сільського населення світу. Обсяг споживаної води залежить від регіону і рівня життя і становить від 3 до 700 л за добу на одну людину.

Споживання води промисловістю також залежить від економічного розвитку цього району. Наприклад, у Канаді промисловість споживає 84% усього водозабору, а в Індії — 1%. Найбільш водоемні галузі промисловості:

- сталеливарна,
- хімічна,
- нафтохімічна,
- целюлозно-паперова,
- харчова,
- сільське господарство.

Вони використовують майже 70% усієї води, що затрачається у промисловості. В середньому у світі на промисловість іде приблизно 20% усієї споживаної води. *Головний же споживач прісної води — сільське господарство:* на його потреби іде 70- 80% усієї прісної води. Зрошувальне землеробство займає лише 15-17% площі сільськогосподарських угідь, а дає половину всієї продукції, майже 70% посівів бавовнику у світі існує завдяки зрошенню.

Стік рік змінюється залежно від коливань клімату. Втручання людини в природні процеси торкнулося вже й річкового стоку. У сільському господарстві велика частина води не повертається в ріки, а витрачається на випаровування та утворення рослинної маси, тому ЩО при фотосинтезі водень з молекул води переходить в органічні сполуки. Для регулювання стоку рік рівномірно протягом року побудовано 1500 водоймищ (вони регулюють до 9% усього стоку). На стік рік Далекого Сходу, Сибіру і Півночі європейської частини господарська діяльність людини майже не вплинула. Однак у найбільш обжитих районах він скоротився на 8 %, а в таких ріках, як Терек, Дон, Дністер і Урал, — на 11-20%. Помітно зменшився водний стік у Волзі, Сирдар'ї й Амудар'ї.

Обмежені і навіть убогі в багатьох країнах запаси прісних вод значно скоротилися через забруднення. Зазвичай забруднюючі речовини розділяють на кілька класів залежно від їхньої природи, хімічної будови й походження.

**Джерела забруднення гідросфери.** Процеси забруднення гідросфери пов'язані з різними чинниками, проте основними джерелами є:

- витік нафти і нафтопродуктів;
- скидання у водойми неочищених стічних вод;
- змив отрутохімікатів зливовими опадами;
- підприємства хімічної, гірничо-видобувної, нафтової, целюлозно-паперової промисловості;
- морський і річковий транспорт;
- сільське господарство.

Підприємства нафтової промисловості забруднюють гідросферу насамперед унаслідок витоку нафти і нафтопродуктів на всіх її виробничих етапах, зокрема, втрати під час видобутку, при транспортуванні, розвантаженні і перевантаженні. Надзвичайно небезпечними для водних ресурсів є стічні промислові води, які забруднюють екосистеми найрізноманітнішими компонентами залежно від особливостей галузей промисловості.

Велика кількість небезпечних забруднюючих речовин, таких як пестициди, амонійний і нітратний нітроген, фосфор, калій та ін., змиваються із

сільськогосподарських угідь під час зливових опадів, негативно впливаючи на стан водойм.

***Види забруднення та забруднювачі водойм.*** Під забрудненням водойм розуміють потрапляння у значних кількостях і концентраціях забруднювачів, які послаблюють біосферні функції водойм та порушують нормальні умови середовища.

Забруднення води проявляється у зміні фізичних, органолептичних властивостей (порушення прозорості, забарвлення, запаху, смаку), збільшенні вмісту сульфатів, хлоридів, нітратів, токсичних важких металів, зменшенні розчиненого у воді кисню повітря, появи радіоактивних елементів, хвороботворних бактерій тощо.

Забруднювачем водойми може бути будь-який фізичний агент, хімічна речовина або біологічний вид, який потрапляє у водне середовище або виникає у ньому в кількостях, які виходять за звичайні межі — природних коливань або середнього природного росту.

Серед фізичних агентів забруднювачами можуть бути тепло, радіоактивні речовини. Хімічними забруднювачами водойм є нафта і нафтопродукти, пестициди, важкі метали, діоксини, синтетичні поверхнево-активні речовини. Надзвичайно небезпечними забруднювачами води є біологічні види, наприклад, віруси та інші хвороботворні мікроорганізми.

### ***Основні види забруднення***

*Хімічне забруднення* — найпоширеніше та найстійкіше. Воно може бути органічне (феноли, нафтенові кислоти, пестициди та ін.), неорганічне (солі, кислоти, луги), токсичне (миш'як, сполуки ртуті, свинцю, кадмію та ін.) і нетоксичне.

Неорганічне забруднення залежно від вмісту у воді інших речовин призводить до зміни рН водного середовища до значення 5,0 або вище 8,0, тоді як риба в прісній і морській воді може існувати тільки в діапазоні рН 5,0-8,5.

*Бактеріальне забруднення* — проявляється у появі у воді патогенних бактерій, вірусів, найпростіших, грибків тощо.

*Радіоактивне забруднення* — виникає внаслідок проведення ядерних випробувань, аварій на атомних підприємств та накопичення радіоактивних відходів. Воно надзвичайно небезпечне навіть при дуже малих концентраціях у воді радіоактивних речовин. Радіоактивні речовини можуть накопичуватись вибірково певними групами живих організмів до рівня, небезпечного або для самого організму, або для тих, хто ними живиться.

*Механічне забруднення* — характеризується потраплянням у воду різних механічних домішок (пісок, шлаки, сміття, мул тощо).

Теплове забруднення пов'язане з підвищенням температури води в результаті її змішування з теплими технологічними водами підприємств. Теплове забруднення поверхні водойм і прибережних морських акваторій виникає в результаті скидання нагрітих стічних вод електростанціями і деякими промисловими виробництвами.

Скидання нагрітих вод у багатьох випадках зумовлює підвищення температури води у водоймах на 6-8 °С. Площа плям нагрітих вод у прибережних районах може досягати 30 км<sup>2</sup>. Більш стійка температурна стратифікація перешкоджає водообміну поверхневим і донним шарам. Розчинність кисню зменшується, а споживання його зростає, оскільки з ростом температури підсилюється активність аеробних бактерій, що розкладають органічну речовину. За цих умов підсилюється видова різноманітність фітопланктону й усієї флори водоростей і одночасно сприяє «цвітінню» води.

**Евтрофікація водойм** — це підвищення рівня продукції первинних водойм завдяки збільшенню в них концентрації біогенних елементів, переважно нітрогену та фосфору.

Розрізняють евтрофікацію водойм природну і антропогенну.

Природна евтрофікація триває тисячоліття, повільно і поступово. Внаслідок неповної мінералізації водних рослин спостерігається накопичення органічних речовин і збільшення концентрації біогенних елементів у водоймах.

Антропогенна евтрофікація настає набагато швидше, особливо у водоймах із повільним стоком — озерах, водосховищах, ставках. Це пов'язано зі значним надходженням біогенних речовин — нітрогену, фосфору у вигляді мінеральних добрив, миючих засобів, стоків тваринницьких ферм, атмосферних аерозолів.

Біогенні елементи надходять у водойми внаслідок зливу з полів мінеральних добрив, а також; з промисловими і мінеральними стоками, з атмосферними опадами, із ґрунтів.

При евтрофікації водойм на початкових етапах підвищується до певного рівня первинна продукція, а саме, створюється більш багата кормова база для розвитку риб. Це сприяє збільшенню її чисельності, однак пізніше внаслідок різкого збільшення фітопланктону погіршується якість води, виникає «цвітіння», зменшується її прозорість, вміст у ній кисню, тому високий ступінь евтрофікації водойми викликає замори риб, пригнічує розвиток інших гідробіонтів і супроводжується зменшенням різноманітності видів, що призводить до втрати генофонду, зменшення здатності екосистеми до гомеостазу і саморегуляції.

Для боротьби з евтрофікацією водойм вживають різних заходів, а саме, зменшують надходження біогенних елементів у водойми внаслідок очищення стічних вод, проводять агротехнічні і лісотехнічні заходи для зниження виносу біогенних елементів із площі водозбору.

**Антропогенний вплив на води Світового океану.** Декілька десятиліть назад забруднені води нагадували окремі островці серед чистих вод Світового океану. Проте швидкість надходження забруднюючих речовин у Світовий океан останнім часом різко зросла. Морські екосистеми зазнають значного антропогенного впливу внаслідок **забруднення нафтою і нафтопродуктами, важкими металами, пестицидами, побутовим сміттям та поховання різноманітних відходів (дампінг).**

*Нафтове забруднення Світового океану, без сумніву, є найпоширенішим*

явищем. Нафта — це в'язка масляниста рідина, що має темно-коричневий колір і слабку флюоресценцію. У морські води щорічно надходить до 6 млн т нафтопродуктів. Унаслідок забруднення нафтою спочатку утворюється нафтова плівка. Наприклад, 1 т нафти здатна покрити до 12 км<sup>2</sup> поверхні моря. Протягом певного часу можуть утворюватися емульсії «нафта у воді» або «вода у нафті». Пізніше виникають грудочки важкої фракції нафти — «нафтові агрегати», які здатні довго зберігатися на поверхні, переноситися течією, викидатися на берег та осідати на дно.

За останні 50 років пробурено близько 2000 свердловин у Світовому океані. Через незначні витоки щорічно втрачається 0,1 млн т нафти. Великі маси нафти надходять у моря з водами рік, з побутовими і зливовими стоками. Обсяг забруднень з цього джерела становить 2,0 млн т на рік. Зі стоками промисловості щорічно потрапляє до 0,5 млн т нафти.

Найбільші втрати нафти пов'язані з її транспортуванням з районів видобутку. Аварійні ситуації, зливання за борт танкерами промивних і баластових вод — усе це зумовлює наявність постійних полів забруднення на трасах морських шляхів.

Унаслідок нафтового забруднення відбувається зміна фізико-хімічних процесів у водному середовищі, а саме: змінюється склад спектра та інтенсивність проникнення у воду світла, підвищується температура поверхневого шару води, погіршується газообмін, зменшується кількість фітопланктону і гине риба.

*Пестициди* — це група штучно створених речовин, що використовуються для боротьби зі шкідниками і хворобами рослин.

#### **Класифікація пестицидів за призначенням**

Назва пестициду	Призначення для знищення
Інсектициди	Комах-шкідників
Гербіциди	Бур'янів
Фунгіциди	Грибів (збудників хворіб)
Бактерициди	Бактерій
Родентициди	Гризунів (зокрема, мишей)

Промислове виробництво пестицидів супроводжується появою великої кількості побічних продуктів, що забруднюють стічні води. У водному середовищі найчастіше трапляються представники інсектицидів, фунгіцидів і гербіцидів. Синтезовані інсектициди поділяють на три основні групи: хлорорганічні, фосфорорганічні і карбонати. Хлорорганічні інсектициди отримують за допомогою хлорування ароматичних і гетероциклічних рідких вуглеводнів. До хлорорганічних інсектицидів належать ДДТ і його похідні, що налічують до 210 гомологів та ізомерів. Ці речовини мають період напіврозпаду до декількох десятків років і дуже стійкі до біодеградації.

За останні 40 років використано понад 1,2 млн т поліхлорбіфенілів у

виробництві пластмас, барвників, трансформаторів, конденсаторів. Поліхлорбіфеніли (ПХБ) потрапляють у навколишнє середовище в результаті скидання промислових стічних вод і спалювання твердих відходів на смітниках. Останнє джерело постачає ПХБ в атмосферу, звідкіля вони з атмосферними опадами випадають у всіх районах земної кулі. Так, у пробах снігу, взятих в Антарктиді, вміст ПХБ становив 0,03-1,2 кг/л.

*Синтетичні поверхнево-активні речовини* (СПАР) належать до великої групи речовин, що знижують поверхневий натяг води. Вони входять до складу синтетичних миючих засобів (СМЗ), які широко застосовують у побуті й промисловості. Разом зі стічними водами СПАР потрапляють у материкові води і морське середовище. Найрозповсюдженішими серед СПАР є аніонактивні речовини. На їхню частку припадає понад 50% усіх вироблених у світі СПАР. Наявність СПАР у стічних водах промисловості пов'язана з використанням їх у таких процесах, як флотаційне збагачення руд, поділ продуктів хімічних технологій, одержання полімерів, поліпшення умов буріння нафтових свердловин, боротьба з корозією обладнання. У сільському господарстві СПАР застосовується у складі пестицидів. СПАР, потрапляючи у водне середовище, призводять до зменшення концентрації кисню у воді та зміни її органолептичних властивостей.

*Важкі метали* (свинець, ртуть, кадмій, кобальт, нікель, цинк та ін.) належать до групи мікроелементів з огляду на їхні низькі концентрації у природних водах. У природі важкі метали входять до складу сполук зі специфічними функціями: ферментів, вітамінів, гормонів. Ці сполуки впливають на зміну активності процесів обміну речовин у живих організмах. Збільшення їхніх концентрацій може викликати порушення біологічних процесів у живих організмах і призвести до захворювань, а то й загибелі.

На сучасному етапі важкі метали широко застосовуються в різних промислових виробництвах, тому, незважаючи на очисні заходи, їхній вміст у промислових стічних водах досить високий. Значна кількість цих сполук надходить в океан і через атмосферу.

Для морських біоценозів найбільш небезпечними є свинець, ртуть, кобальт і стронцій.

Свинець належить до малопоширених елементів. У природі свинець трапляється у складі таких мінералів, як галеніт, анаглезит, церусит. Значне збільшення вмісту свинцю у поверхневих водах зумовлене його широким застосуванням у промисловості. Основними джерелами забруднення вод сполуками свинцю є спалення вугілля, застосування тетраетил свинцю у моторному паливі, а також: надходження зі стічними водами рудозбагачувальних фабрик, металургійних підприємств, хімічних виробництв і шахт. Свинець легко утворює комплексні сполуки з більшістю сірчано-, фосфоро-, оксиген- і нітроген- вмісних лігандів, що приводить потім до його акумуляції в живих і неживих органічних компонентах.

Для живих організмів свинець є одним із сильних токсикантів. Неорганічні



сполуки свинцю порушують обмін речовин і виступають інгібіторами ферментів. Здатність замінювати кальцій у кістках є надзвичайно негативним наслідком дії неорганічних сполук свинцю. Тривале споживання води навіть із низьким вмістом металу — одна з причин гострих і хронічних захворювань.

Ртуть характеризується меншим вмістом у земній корі, ніж інші метали, і потрапляє у навколишнє середовище природним шляхом внаслідок вивітрювання осадових порід і виверження вулканів (щорічно до 3,5 тис. т). Крім того, значна частина ртуті має антропогенне походження, оскільки її використовують у хімічній промисловості в електролітичних реакторах для виробництва їдкого натрію та хлору.

Близько половини річного промислового виробництва цього металу (910 тис. т/рік) різними шляхами потрапляє в океан. У районах, що забруднюються промисловими водами, концентрація ртуті в розчині і суспензіях сильно підвищується. При цьому деякі бактерії переводять хлориди у високотоксичну метилртуть. Потім вона потрапляє в організм риби, і якщо людина вживає рибу з певним вмістом метилртуті, то 90% її акумулюється людським організмом і не виводиться з нього.

Зараження морепродуктів неодноразово призводило до ртутного отруєння прибережного населення. До 1977 р. налічувалося 2800 жертв хвороби Міномата, причиною якої стали відходи підприємств з виробництва хлорвінілу та ацетальдегіду, на яких як каталізатор використовувалася хлориста ртуть.

Кобальт і його сполуки потрапляють у природні води при вилюговуванні мідно-колчеданових руд, екзогенних мінералів і порід, з ґрунтів при розкладанні організмів. Особливо небезпечним джерелом надходження сполук кобальту стають стічні води металургійних металообробних, нафтопереробних і хімічних виробництв.

Кобальт є біологічно активним елементом, він завжди міститься в організмах тварин і рослин. Входячи до складу деяких вітамінів, він активно впливає на надходження нітрогенистих речовин, збільшення вмісту хлорофілу та аскорбінової кислоти, активізує біосинтез і підвищує вміст білкового нітрогену в рослинах. Проте підвищені концентрації сполук нітрогену є токсичними для живих організмів.

Стронцій має низькі концентрації у природних водах. Джерелом стронцію в природних водах є гірські породи, найбільшу кількість його містять гіпсоносні відклади. Він за своїми хімічними властивостями близький до кальцію, проте відрізняється від нього біологічним впливом на організм. З надлишком вмісту цього елемента у ґрунтах, водах і продуктах харчування пов'язана так звана уровська хвороба. Це захворювання вперше було виявлено у Східному Забайкаллі в басейні річки Уров. У деяких жителів цієї місцевості спостерігалися болі в суглобах, зміни форм тіла (скелета). Це пов'язано зі здатністю стронцію замінювати кальцій у кістках живих організмів.

*Скидання відходів у море з метою захоронення (дампінг).* Багато країн, що

мають вихід до моря, роблять морські захоронення різних матеріалів і речовин, зокрема, ґрунту, вийнятого при днопоглиблювальних роботах, бурового шлаку, відходів промисловості, будівельного сміття, твердих відходів, вибухових і хімічних речовин, радіоактивних відходів. Обсяг поховань становить близько 10% від усієї маси забруднюючих речовин, що надходять у Світовий океан. Підставою для дампінгу в море служить здатність морського середовища до переробки великої кількості органічних і неорганічних речовин без особливої шкоди для води. Однак ця здатність не безмежна. Тому дампінг розглядається як вимушений захід, тимчасова данина суспільства недосконалості технології.

У шлаках промислових виробництв наявні різноманітні органічні речовини і сполуки важких металів. Забруднюючі речовини, що надходять у розчин, можуть акумулюватися в тканинах та органах гідробіонтів і токсично впливати на них. Скидання матеріалів дампінгу на дно і тривала підвищена мутність донної води призводить до загибелі від задухи малорухомих форм бентосу. У риб, що вижили, молюсків і ракоподібних скорочується швидкість росту за рахунок погіршення умов харчування і дихання. Нерідко змінюється видовий склад цього співтовариства.

При організації системи контролю за скиданням відходів у море вирішальне значення має визначення районів дампінгу, визначення динаміки забруднення морської води і донних відкладень. Для виявлення можливих обсягів скидання в море відходів необхідно проводити розрахунки всіх забруднюючих речовин, що містяться у його складі.

*Побутове сміття* в середньому містить (на масу сухої речовини) 32-40% органічних речовин; 0,56% нітрогену; 0,44% фосфору; 0,155% цинку; 0,085% свинцю; 0,001% ртуті; 0,001% кадмію. Під час скидання матеріал проходить крізь товщу води, частина забруднюючих речовин переходить у розчин, змінюючи якість води, інша сорбується частками суспензії і переходить у донні відкладення. Одночасно підвищується мутність води. Наявність органічних речовин часто призводить до швидких втрат кисню у воді або до його повного зникнення, розчинення суспензій, нагромадження металів у розчиненій формі, появи сірководню. Наявність великої кількості органічних речовин створює в ґрунтах стійке відновлювальне середовище, у якому виникає особливий тип мулистих вод, що містять сірководень, аміак, іони металів.

**Контроль якості води.** Якість поверхневих вод, від яких залежить життя багатьох людей в усьому світі, погіршується внаслідок їхнього забруднення господарсько-побутовими, сільськогосподарськими і промисловими відходами.

Відходи діяльності людини — найнебезпечніші забруднювачі навколишнього середовища. За даними ООН, 4 із кожних 5 захворювань у країнах, що розвиваються, викликані або забрудненою водою, або антисанітарними умовами проживання. Щодня в цих країнах 25 тис. чоловік помирає від хворіб, викликаних неякісною водою.

Якість води визначається за низкою її показників, а саме склад і властивості

води й визначають її придатність для певного виду водокористування. Для оцінки якості води використовують чотири основні групи показників: фізичні, гідробіологічні, бактеріологічні, хімічні.

До фізичних належать температура, запах, прозорість, колір води. Температура впливає майже на всі процеси, від яких залежить склад і властивості води. Запах води, створюється специфічними речовинами, які надходять у воду в результаті життєдіяльності гідробіонтів, розкладання органічних речовин тощо. Прозорість залежить від ступеня розсіювання сонячного світла у воді органічними і мінеральними речовинами, які перебувають у воді в завислому і колоїдному стані. Колір води зумовлюється вмістом органічних забарвлених сполук.

**Способи очищення стічних вод.** Вода, яка використовувалася для побутових потреб і в технологічних процесах, потрапляє на очисні споруди. Проте при відсутності або перевантаженості очисних споруд у водойми вимушено скидаються неочищені або недостатньо очищені стічні води.

**Механічна очистка** забезпечує видалення зі стічних вод великих включень, завислих і плаваючих домішок. До системи механічної очистки входять решітки, іноді з дробилками, пісколови, преаератори і первинні відстійники. Решітки призначені для вловлювання великих включень, які при потребі подрібнюються дробилками. У пісколовах відбувається осадження завислих речовин. Преаератори насичують стічні води киснем шляхом подання стиснутого повітря, що поліпшує процес біологічної очистки.

**Біологічна очистка** проводиться спеціально культивованими угрупованнями мікроорганізмів, їжею для яких є органічні речовини, що містяться у стічних водах. У процесі біологічної очистки відбувається деструкція органічних сполук, які піддаються біохімічному окисленню.

Після біологічної очистки води надходять у вторинні відстійники, де відбувається їхня *доочистка*, а саме, адсорбування мікроорганізмами завислих частин та іонів важких металів. Із вторинних відстійників води можуть бути скинуті, проте перед їхнім скиданням обов'язково відбувається *зnezараження* шляхом обробки хлорною водою.

## 2. Забруднення літосфери та ґрунтів

Екологічне значення ґрунтів. Ґрунт — один з найважливіших компонентів навколишнього природного середовища. Він знаходиться на межі взаємодії геосфер Землі, а саме: атмосфери, гідросфери, літосфери і біосфери. Це зумовлює його специфічну роль у складі вказаних систем.

1. *Ґрунт забезпечує існування життя на землі.* Майже всі живі організми суші одержують елементи мінерального живлення з ґрунту. Ґрунт є основою для закріплення вищих рослин, його населяють мікроорганізми, нижчі рослини, тваринні організми. Отже, ґрунт одночасно є наслідком і умовою його існування. В цьому полягає діалектична єдність біосферних процесів.

2. *Ґрунт — сфера постійної взаємодії великого геологічного і малого*

*біологічного кругообігу речовин на Землі.* У ґрунті відбуваються процеси вивітрювання мінералів і гірських порід. Продукти вивітрювання частково виносяться атмосферними опадами в гідрографічну сітку, а звідти у Світовій океан, де вони утворюють осадові породи, які внаслідок тектонічних явищ можуть знову опинитися на поверхні Землі і зазнати вивітрювання. За такою схемою відбувається великий геологічний кругообіг речовин. Одночасно водорозчинні елементи засвоюються з ґрунту рослинами і через ланцюг трофічних ланок знову повертаються в ґрунт. Так здійснюється малий біологічний кругообіг речовин.

3. *ґрунт здійснює регулювання біосферних процесів на Землі.* Завдяки динамічному відтворенню родючості в ґрунті і на його поверхні підтримується висока насиченість живими організмами.

4. *ґрунт регулює хімічний склад атмосфери і гідросфери.* Фізичні, хімічні і біологічні процеси, які відбуваються в ґрунті (дихання живих організмів, «дихання» ґрунту, міграція хімічних елементів), підтримують певний склад приземного шару атмосферного повітря та визначають хімічний склад континентальних вод.

5. *ґрунт здійснює акумуляцію активної органічної речовини і хімічної енергії.* Основною формою органічної частини ґрунту і носієм енергії є гумус. За даними В.А. Ковди (1970 р.), у трав'янистих ландшафтах суші запаси енергії в гумусовому горизонті ґрунту в 20-30 разів більші від запасів енергії в рослинній біомасі. Акумульовані в ґрунті органічна маса та енергія економно витрачаються для підтримання життя і кругообігу речовин у природі.

**Основні види впливу людини на земельні ресурси.** Основними видами впливу людини на ґрунти є ерозія (вітрова і водна); забруднення, вторинне засолення і заболочування; опустелювання; відчуження земель для промислового і комунального будівництва.

*Ерозія ґрунтів — руйнування і перенесення верхніх найродючіших горизонтів і підстилаючих порід вітром (вітрова ерозія) або потоками води (водна ерозія).* Землі, які піддаються руйнуванню в процесі ерозії, називають еродованими. До ерозійних процесів належать також промислова ерозія (руйнування сільськогосподарських земель під час будівництва і розробки кар'єрів), військова ерозія (воронки, траншеї), пасовищна ерозія (при інтенсивному випасанні великої рогатої худоби), іригаційна (руйнування ґрунту при прокладанні каналів і порушень норм поливу).

*Вітрова ерозія (дефляція) ґрунтів.* При вітровій ерозії ґрунтів відбувається видування і перенесення найменших частинок, до яких належать важливі для родючості компоненти (гумус, дрібнозем, хімічні речовини). Інтенсивність вітрової ерозії залежить від швидкості вітру, стійкості ґрунту, наявності рослинного покриву, особливостей рельєфу та від інших чинників. На її розвиток дуже впливають антропогенні чинники. Наприклад, знищення рослинності, неперіодичний випас великої рогатої худоби, неправильне застосування агротехнічних заходів різко активізують ерозійні процеси. При видуванні ґрунту оголюється коріння передусім культурних рослин, внаслідок чого вони гинуть.

Крім цього, у захищених від вітру місцях перенесені частинки ґрунту відкладаються товстим шаром, засипають і призводять до загибелі існуючої рослинності.

Втрати ґрунту при вітровій ерозії у катастрофічні роки можуть становити до 400 т/га. Вітрова ерозія ґрунту особливо інтенсивно проявляється у степових і лісостепових районах.

*Водна ерозія ґрунтів.* Під водною ерозією розуміють руйнування ґрунту під впливом тимчасових водних потоків. Водна ерозія є одним із головних чинників формування рельєфу земної поверхні. Інтенсивність розвитку ерозійного рельєфу перебуває у прямій залежності від рівномірності та інтенсивності опадів, водопоглинаючої здатності ґрунту, кута нахилу території. Розрізняють водну ерозію *поверхневу* — змив із схилів, що сприяє згладжуванню нерівностей рельєфу, і *лінійну* — утворення ритвин, ярів, балок, долин, що призводить до розчленування земної поверхні. Небезпечними формами водної ерозії в горах є селі і зсуви, які виникають внаслідок знищення гірських лісів. Екологічні збитки від водної ерозії дуже великі: яри знищують цінні сільськогосподарські землі, створюють густорозчленований рельєф. При водній ерозії відбувається інтенсивне змивання ґрунтового покриву, замулювання малих рік і водосховищ сприяє їхній евтрофікації, що призводить до зниження врожайності в 10-12 разів та погіршення якості зерна.

Вторинне засолювання і заболочування ґрунтів. *Засолення ґрунтів* — процес накопичення у верхніх горизонтах ґрунту надлишку шкідливих для рослин солей.

У природних умовах засолення ґрунтів відбувається внаслідок насичення солями ґрунтових вод, які по ґрунтових капілярах піднімаються вгору і випаровуються. При цьому на поверхні ґрунту або верхньому горизонті залишаються розчинені солі.

У процесі господарської діяльності людина може підсилити природне засолення ґрунтів. Таке явище називається вторинним засоленням і розвивається воно при надмірному поливі зрошувальних земель у засушливих районах. У світі вторинного засолення зазнає близько 30% зрошувальних земель. Засолення ґрунтів послаблює їхню функцію підтримання біологічного кругообігу речовин. Зникає багато видів рослинних організмів, з'являються нові рослини — галофіти (солелюбні). Зменшується генофонд наземних популяцій у зв'язку з погіршенням умов життя організмів, посилюються міграційні процеси.

*Заболочування ґрунтів* — процес, пов'язаний зі зміною водного режиму ґрунтів внаслідок застосування поверхневих вод або підняття ґрунтових. На заболочування значно впливає господарська діяльність людини (знищення лісів, будівництво гідротехнічних споруд, надмірне зрошення земель). Заболочування супроводжується зміною характеру ґрунтів, перетворення їх у перезволожені, заболочені і болотні, з'являються ознаки оглеєння і накопичення на поверхні нерозкладених органічних речовин і торфу. Заболочування погіршує агрономічні властивості ґрунту і знижує продуктивність лісів.

**Опустелювання.** Одним із глобальних проявів деградації ґрунтів є

опустелювання. Опустелювання — це процес погіршення властивостей ґрунту з подальшою неможливістю їхнього відновлення без участі людини, а в екстремальних умовах це може призвести до перетворення території на пустелю. Всього у світі піддається опустелюванню більше 1 млрд га майже на всіх континентах. Причинами опустелювання є як природні (тривалі засухи, засолення ґрунтів, переважання легких ґрунтів, зниження рівня ґрунтових вод, вітрова та водна ерозія), так і антропогенні (зведення лісів, перевипас тварин, інтенсивне розорювання ґрунтів, нераціональне водовикористання). Як правило, опустелювання зумовлює одночасна дія декількох чинників, що значно погіршує екологічну ситуацію. На території, яка піддається опустелюванню, погіршуються властивості ґрунту, гине рослинність, засолюються ґрунтові води, різко зменшується біологічна продуктивність, а відповідно, знижується і здатність екосистем до відновлення.

Опустелювання є водночас соціально-економічним і природним процесом, воно загрожує приблизно 3,2 млрд га земель, на яких проживає більше 700 млн чоловік.

**Вилучення земель.** Ґрунтовий покрив агроєкосистеми повністю порушується при вилученні земель для різних потреб: будівництва промислових об'єктів, міст, селищ, для прокладання доріг, трубопроводів, ліній зв'язку, при відкритому способі видобутку корисних копалин тощо. За даними ООН, у світі тільки на будівництво міст і доріг щорічно втрачається більше 300 тис. га окремих земель. Без сумніву, втрати у зв'язку з розвитком цивілізації невідворотні, проте вони повинні бути скорочені до мінімуму.

**Екологічні проблеми ґрунтів.** Земельні ресурси для людини є найважливішими серед усіх ресурсів природи, а самі ґрунти — скарб і джерело багатства.

Без ґрунтів неможливе життя, як воно неможливе без повітря та води. За сучасними оцінками, у світовому сільському господарстві використовується лише 30% ґрунтів, оскільки майже 70% їх — це ґрунти засушливих або холодних зон та малопридатні для використання землі крутих схилів. Площа оброблюваних земель у світі становить 1,5 млрд га, тоді як загальний обсяг потенційно придатних для сільськогосподарського вжитку становить близько 3,2 млрд га. Таким чином, у землян, як бачимо, є ще перспективи для розширення сільськогосподарських угідь та підвищення рівня забезпечення продуктами харчування.

Проте резервні та орні землі нерівномірно розподілені по країнах світу і це є причиною багатства одних народів і бідності інших. Загальна земельна площа України становить 60,4 млн га, в тому числі сільськогосподарські угіддя займають близько 42 млн га, серед яких на орні землі припадає близько 36 млн га, тобто понад 55%, що є одним із найвищих показників в Європі та світі.

Найважливішою складовою частиною ґрунтів, що визначає їхню властивість і родючість, є перегній, або гумус. Від кількості гумусу залежить родючість ґрунту. Утримання гумусу в ґрунтах коливається в широких межах: від 1,8 до 3,0% в

дерново-підзолистих ґрунтах, до 10% і більше — у чорноземах.

Проміжне становище займають сірі лісові і капітанові ґрунти (3,0-3,5%). Порівняно мало гумусу в сіроземах (2-2,5%). Безперервне вирощування сільськогосподарських культур призводить до мінералізації ґрунту, тобто вичерпування перегною. Тому внесення в ґрунт органічних добрив (перегною, торфу) та підтримання в ньому сприятливого повітряно-водного режиму дає змогу збільшувати утримання гумусу в ґрунті.

Гумус покращує біологічні і хімічні властивості ґрунту, сприяє поліпшенню його структури, забезпечує рослини нітрогеном і зольними елементами. Чим більше гумусу у ґрунті, тим кращі його теплові і водні властивості. Багаті на гумус ґрунти мають більшу вологомісткість. Гумус у ґрунті служить також; сприятливим субстратом для розвитку корисної ґрунтової мікрофлори. Із гумусу рослини отримують всі поживні речовини.

Ґрунт є багатофазним середовищем. У ньому розрізняють три основні фази: тверду, рідинну і газоподібну. Тверда фаза ґрунту полідисперсна і складається з органічної та мінеральної частин, тобто продуктів вивітрювання і розкладу живих організмів. Рідинна фаза — це вода з розчиненими в ній речовинами, а газоподібна — ґрунтове повітря. Усі три фази взаємодіють між собою і впливають на склад і властивості ґрунту. Властивість, характер і хімічний склад ґрунту значною мірою залежать від його механічного складу.

Крупні фракції ґрунту (1-0,25 мм) утримують 95% кремнезему, а глиняні частки (дрібніші 0,002 мм) — понад 50%. Окиси заліза та алюмінію здебільшого пов'язані з дрібними частками ґрунту (пил і глина). Всі поживні елементи рослин (кальцій, магній, калій, фосфор, сульфур) містяться також; або в дрібно-дисперсних частках мінеральної частини, або в органічній речовині. Тому глиняні ґрунти утримують поживних речовин більше, ніж піщані.

Ґрунти мають поглинальні властивості, тобто здатністю поглинати з навколишнього середовища та утримувати розчинені і змулені у воді тверді речовини, пару води й гази. Безумовно, ґрунт є «дзеркалом природи», він поглинає як корисні речовини, за допомогою яких підвищується врожайність сільськогосподарських культур, так і шкідливі (важкі метали, різні солі, гербіциди і пестициди), які через культурні рослини і воду потрапляють в організм людини та тварин.

Інтенсифікація землеробства, збільшення техногенного навантаження на земельні ресурси, безконтрольне застосування хімічних препаратів у сільському господарстві при низькій його культурі та інші впливи призводять до прискореної деградації ґрунтів, зниження їхньої родючості.

**Забруднення ґрунтів.** Забруднення ґрунтів — накопичення в ґрунті речовин і організмів унаслідок антропогенного впливу в таких кількостях, які знижують технологічну, харчову і санітарно-гігієнічну цінність рослин і якість інших об'єктів. При цьому відбувається поступова зміна фізичних і хімічних властивостей ґрунту, порушення геохімічного середовища, зниження чисельності тваринних організмів,

погіршення родючості ґрунту.

Основними забруднювачами ґрунту є пестициди, мінеральні добрива, відходи виробництва, нафта і нафтопродукти, газо- димові викиди забруднюючих речовин в атмосферу.

У світі щорічно виробляється більше мільйона тонн *пестицидів*. На сьогодні вплив пестицидів на здоров'я населення багато вчених прирівнюють до впливу на людину радіоактивних речовин. Достовірно встановлено, що застосування пестицидів, поряд із деяким збільшенням врожайності, супроводжується зростанням видового складу шкідників, погіршуються харчові якості і збереження продукції, втрачається природна родючість.

На думку вчених, переважна більшість пестицидів, які застосовують, потрапляють у навколишнє середовище, оминаючи цілі види. Пестициди викликають глибокі зміни всієї екосистеми, діючи на всі живі організми, в той час як людина використовує їх для знищення дуже обмеженої кількості видів організмів.

Багато пестицидів мають кумулятивні властивості, тобто здатність проникати через кореневу систему, накопичуватися у більшості рослин і в подальшому заражувати трофічний ланцюг.

Унаслідок цього спостерігається інтоксикація великої кількості інших біологічних видів (корисних комах, птахів), що може призвести до їхнього зникнення. До того ж, людина використовує значно більше пестицидів, ніж; необхідно, чим ще більше загострює проблему.

Серед пестицидів найнебезпечнішими є стійкі хлорорганічні сполуки (ДДТ, ГХБ, ГХЦГ), які можуть зберігатися у ґрунтах протягом багатьох років, і навіть малі їхні концентрації можуть стати небезпечними для життя організмів.

У невеликих концентраціях пестициди пригнічують імунну систему організму, а у більш високих — мають виражені мутагенні і канцерогенні властивості. Потрапляючи в організм людини, пестициди можуть не тільки викликати швидкий ріст злоякісних новоутворень, але й вражати організм генетично, що становить серйозну небезпеку для здоров'я майбутніх поколінь.

**Забруднення мінеральними речовинами.** Ґрунти забруднюються і *мінеральними добривами*, якщо їх використовують у надмірній кількості, втрачають при виробництві, транспортуванні і зберіганні.

Мінеральні добрива використовують для підвищення врожаю. Вони мають повернути в ґрунт відібрані з нього поживні речовини у вигляді солей. Розчинне мінеральне добриво у процесі накопичення поживних речовин у ґрунті вимивається фільтраційною водою. Із нітрогенних, суперфосфатних та інших типів добрив у ґрунт у великих кількостях мігрують нітрати, сульфати, хлориди та інші сполуки. Це призводить до порушення біогеохімічного кругообігу нітрогену, фосфору та деяких інших елементів.

Нітрати тут відіграють особливу роль, тому що вони майже не пов'язані з частинками ґрунту і легко вимиваються. Встановлено, що значна кількість нітратів



знижує вміст кисню у ґрунтах, а це сприяє підвищеному виділенню в атмосферу двох «парникових» газів — оксиду нітрогену і метану. Нітрати небезпечні і для здоров'я людини. При надходженні нітратів у людський організм у концентрації більше 50 мг/л спостерігається прямий загальнотоксичний вплив.

Надмірне використання мінеральних добрив викликає у деяких районах і небажане підкислення ґрунту.

Негативними екологічними наслідками надмірного використання мінеральних добрив є евтрофікація водойм, яка виникає при змиві з ґрунту надлишку нітрогену, фосфору та інших елементів.

До інтенсивного забруднення ґрунтів призводять *сміття і відходи виробництва*. Відходи виникли тоді, коли людина почала господарювати. Їх і раніше збирали, закопували або спускали у водойми подалі від постійного місця проживання. Там, де знищенню відходів не приділяли уваги, вони часто ставали причиною інфекцій та епідемій.

Унаслідок збільшення кількості відходів великі площі земель зайняті звалищами, золовідвалами тощо, які інтенсивно забруднюють ґрунт, а їхня здатність до самоочищення, як відомо, обмежена. Сміття містить багато вологих органічних речовин, які розкладаються, виділяють гнійний запах і фільтрат. Висихаючи, продукти неповного розкладання утворюють насичений забруднювачами і мікроорганізмами пил, який розноситься вітром, мухами, щурами, птахами, бездомними собаками і котами. Крім сапрофітних мікроорганізмів, у відходах розвиваються і патогенні бактерії — носії різних захворювань, та яйця гельмінтів (глистів).

Мікроорганізми, які є збудниками гепатиту, туберкульозу, дизентерії, аскаридозу, респіраторних, алергічних, шкірних та інших захворювань переносяться різними агентами і забруднюють навколишнє середовище, зокрема, і ґрунт.

Значної шкоди нормальному функціонуванню ґрунтів завдають *газодимові викиди* промислових підприємств. Ґрунти мають здатність накопичувати дуже небезпечні для здоров'я людини забруднюючі речовини, наприклад, важкі метали. Ступінь поглинання важких металів рослинами залежить від показників рН, потужності обміну катіонів та вмісту гумусу. Внаслідок накопичення рослинами важких металів, вони через ланцюги живлення потрапляють до людини. Цинк, кадмій та титан можуть досягати високої концентрації в околицях металообробних підприємств. Поблизу ртутних комбінатів вміст ртуті у ґрунті через газодимові викиди може перевищувати допустиму концентрацію у сотні разів. Значну кількість свинцю містять ґрунти, які знаходяться поблизу автомобільних доріг. Результати аналізу проб ґрунту, відібраних на відстані декількох метрів від дороги, свідчать про 30-кратне перевищення концентрацій свинцю порівняно з його вмістом у ґрунтах незабруднених районів.